RAIZ

META

Discutir o conceito e a função da raiz incluindo a apresentação de características básicas peculiares ao órgão;
Apresentar os tipos fundamentais e especiais de sistemas radiculares;
Apresentar as atividades do câmbio vascular e do felogênio no desenvolvimento da estrutura secundária;
Discutir sobre a ausência de raiz e epifitismo (incluindo tipos especiais de raízes epífitas);
Apresentar o modelo de crescimento incluindo a atuação do meristema apical e as regiões que contribuem para a formação dos tecidos maduros;
Apresentar algumas modificações radiculares (adaptações/variações) das raízes.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:
conhecer o conceito e a função dos principais tipos de raízes e relacionar a sua presença com o grupo vegetal a que pertence (Monocotiledôneas ou Eudicotiledôneas).
Além disso, deverá reconhecer os tecidos que são encontrados na raiz ao final dos dois tipos de crescimento, como eles estão organizados e quais os tecidos envolvidos no crescimento secundário da raiz.

PRÉ-REQUISITOS

O aluno deverá conhecer a organização e o desenvolvimento da planta, incluindo a função dos meristemas apicais na diferenciação das estruturas (crescimento primário e secundário) (aula 1 e 2).

Raiz.
(Fonte: http://www.santagenebra.org.br).

INTRODUÇÃO

As plantas vasculares tiveram ancestrais aquáticos e a história de sua evolução acha-se ligada à história da progressiva ocupação terrestre por elas. Dentre as mudanças destaca-se o desenvolvimento de raízes e sistemas condutores eficientes.

As primeiras plantas vasculares pertencem ao grupo Rhyniophyta (Siluriano, cerca de 400 milhões de anos) das pteridófitas extintas. O corpo destas plantas não era diferenciado em raiz, caule e folha, tinha apenas um eixo horizontal subterrâneo e ramos eretos aéreos cobertos por cutícula, tinham estômatos e eram fotossintetizantes.

Com e especialização evolutiva, surgiram diferenças morfológicas e fisiológicas entre as várias partes do corpo das plantas vasculares, acarretando a diferenciação de raiz, caule e folhas, os órgãos da planta. Apesar do registro fóssil não revelar qualquer informação sobre a origem das raízes como se conhece atualmente, parece razoável supor que elas evoluíram a partir de porções subterrâneas (rizoma) do corpo axial das plantas como *Rhynia*.

Figura 1 – Esquema estrutural de Rhynia† e do padrão de organização de raízes de monocotiledôneas e eudicotiledôneas. (Fonte: http://home.manhattan.edu/~frances.cardillo/plants/vascular/rhyniop.gif).

A maioria das raízes são estruturas relativamente simples, que mantiveram muitas das características estruturais primitivas, não mais encontradas nos caules das plantas modernas. Provavelmente isso se deve a maior uniformidade do meio ambiente subterrâneo, em comparação com o aéreo.

A beleza da planta em floração não está em suas raízes uma vez que a maioria das raízes é subterrânea e, portanto, não facilmente visíveis. No entanto, sistemas radiculares não apenas desempenham uma variedade

de funções cruciais para a sobrevivência das plantas, como também ocupam um espaço muito maior que a parte aérea da planta.

No geral as raízes ocorrem nos primeiros 15 cm do solo. O recorde de profundidade de penetração de raízes pertence ao algarobo (*Prosopis juliflora*), que cresce a uma profundidade de 53,3 metros. Raízes de árvores de *Tamarix* e *Acacia* foram encontradas em uma profundidade de 30 metros. Nas plantas de milho (*Zea mays*), o sistema radicular freqüentemente alcança a profundidade de 1,5 metros e se espalha num raio de cerca de 1,0 metro ao redor destas.

AFINAL, COMO PODEMOS CARACTERIZAR UMA RAIZ?

De um modo geral, as raízes podem ser caracterizadas como órgãos cilíndricos, sem clorofilas, que não se apresentam divididas em nós e internós e que não formam folhas ou gemas.

A primeira estrutura que emerge da semente em germinação é a radícula, que permite à plântula fixar-se no solo e absorver água. Isto reflete as duas funções primárias da raiz, a fixação e a absorção. Outras funções desempenhadas pelas raízes são a condução de água e sais minerais, o armazenamento de reservas nutritivas e a aeração.

Além disso, os hormônios sintetizados nas regiões meristemáticas da raiz são transportados pelo xilema para as partes aéreas, onde estimulam o crescimento e o desenvolvimento. As raízes também sintetizam uma grande variedade de metabólitos secundários.

TIPOS FUNDAMENTAIS DE SISTEMAS RADICULARES

Entre os dois tipos fundamentais de organização de raízes, o comum às eudicotiledôneas e gimnospermas é o sistema radicular **pivotante**. Nesse tipo de organização, a raiz cresce diretamente para baixo dando origem a ramificações, ou raízes laterais, ao longo de seu trajeto. No outro tipo de organização radicular, comum entre as monocotiledôneas, as raízes primárias têm vida curta e o sistema radicular é formado por raízes adventiceas, sendo assim configurado o sistema radicular **fasciculado**. Nesse tipo de disposição, nenhuma raiz é mais proeminente que a outra.

O primeiro tipo de sistema (pivotante) alcança maiores profundidades no solo que o segundo (fasciculado), entretanto, devido ao seu caráter de ocupação superficial, o sistema fasciculado parece mais adequado para plantio onde a erosão queira ser prevenida.

DESENVOLVIMENTO INICIAL DA RAIZ

Nas fanerógamas, o esporófito jovem (embrião) possui uma raiz embrionária (radícula), um eixo caulinar embrionário (hipocótilo-epicótilo) e uma ou duas folhas embrionárias (cotilédones – Monocotiledôneas (1) e Eudicotiledôneas* (2)). Acima dos cotilédones encontra-se a plúmula (primórdio do sistema caulinar). Na porção inferior, a radícula encontra-se revestida pela coifa.

Quando a semente germina, a radícula dá origem à raiz primária. Em Gimnospermas e Eudicotiledôneas, a raiz primária forma o sistema radicular da planta através do alongamento, diferenciação e ramificação.

Nas Monocotiledôneas, a raiz primária geralmente degenera e o sistema radicular desenvolve-se como uma estrutura composta de numerosas raízes que nascem do hipocótilo, região caulinar, acima do local de origem da raiz primária, daí ser este um sistema de raízes adventícias.

ORGANIZAÇÃO – PARTES DA RAIZ

O crescimento de muitas raízes é aparentemente um processo contínuo, que cessa apenas sob condições adversas, como a seca ou baixas temperaturas. Durante o seu crescimento no solo, as raízes seguem um caminho que oferece menor resistência e, freqüentemente, ocupam espaços deixados pelas raízes que morreram e já se decompuseram.

- Histologia

A raiz pode ser didaticamente dividida em três porções: *epiderme* (rizoderme) *córtex* e *cilindro vascular*.
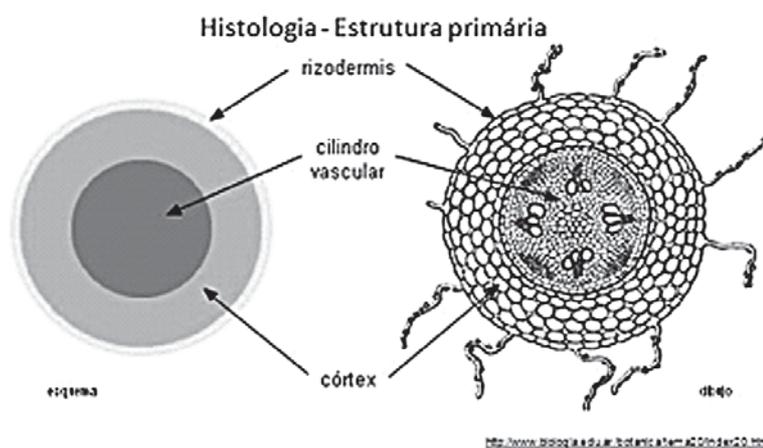
Figura 2 – Estrutura primária da raiz em corte tranversal. (Fonte: http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema20/index20.htm).

- Epiderme

A epiderme (rizoderme) consiste de células de paredes finas, onde há pêlos absorventes. Ela pode ser constituída por uma única camada ou por várias camadas de células:

- Unisseriada - Mais freqüente

- Multisseriada - Constituída por células mortas com parede espessada (velame). Ocorre com freqüência em raízes aéreas de Orchidaceae, Araceae, espécies epífitas e em outras Monocotiledôneas terrestres.
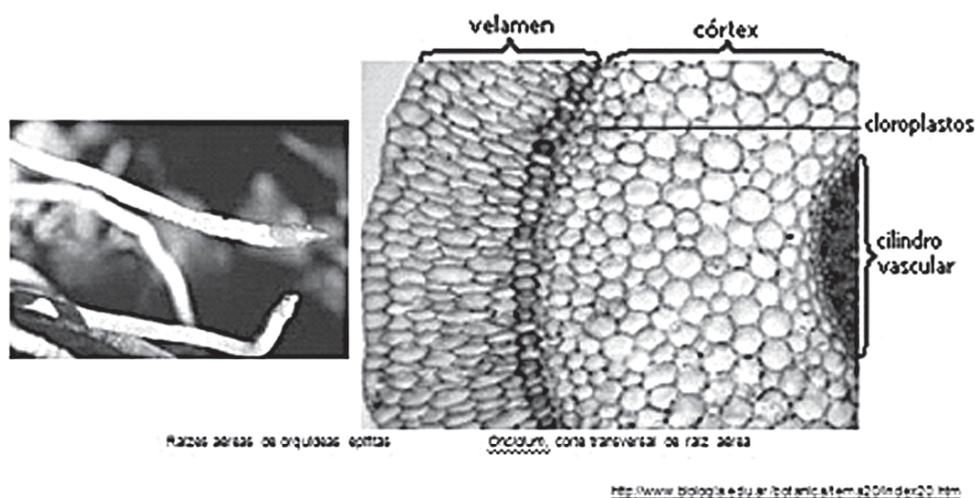
Figura 3 – Raízes aéreas de orquídeas epífitas (esquerda) e corte transversal de raiz aérea de *Oncidium*. (Fonte: http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema20/index20.htm).

- Córtex

Pode ser homogêneo e simples ou conter uma variedade de tipo de células. Em seção transversal ocupa a maior parte da área do corpo primário de muitas raízes. O mais comum é que ocorra parênquima cortical sem clorofila. As células corticais geralmente armazenam amido, mas comumente não apresentam cloroplastos. As células do córtex apresentam disposição radiada. Plantas aquáticas e muitas epífitas apresentam cloroplastos na raiz.

Em plantas com crescimento secundário o córtex apresenta-se constituído apenas por parênquima, uma vez que boa parte do córtex será perdido (nessas raízes as células corticais permanecem parenquimatosas). Independente do grau de diferenciação, os tecidos corticais apresentam numerosos espaços intercelulares – espaços de ar essenciais para a aeração das células da raiz. Podemos reconhecer duas camadas no córtex:
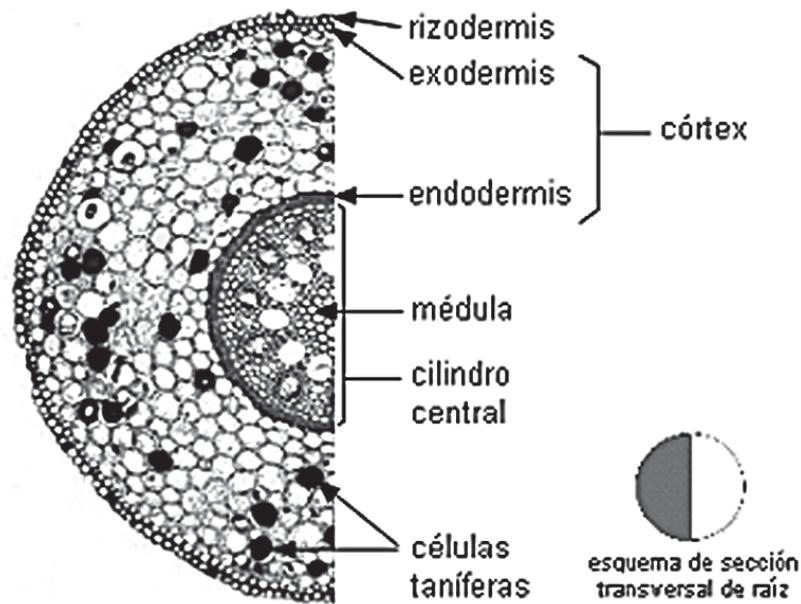
Figura 4 - Corte transversal mostrando as principais camadas da raiz. (Fonte: http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema20/index20.htm).

- Exoderme ou Hipoderme

Camada mais externa do córtex. É diferenciada como um tecido protetor;
Suberina;
Células de passagem.

- Endoderme

Camada cortical mais interna da raiz das plantas vasculares. Nas Eudicotiledôneas e Gimnospermas, que apresentam crescimento secundário, a endoderme não desenvolve nenhum tipo de espessamento. Em raízes que não crescem em espessura, especialmente em monocotiledôneas, a endoderme comumente apresentam modificações na parede.

As estrias de Caspary atravessam as células endodérmicas inteiramente, e em todos os pontos da membrana plasmática do protoplasma endodérmico é firmemente aderida a elas. Como não há nenhum espaço intercelular entre as células da endoderme, e nenhum movimento pode ocorrer através da parede radial, substâncias entrando e saindo do cilindro vascular devem passar através do protoplasma das células endodérmicas.

A endoderme funciona como reguladora do fluxo interno de íons e água para o estelo central e para prevenir a saída de líquidos e gases. Nenhuma resposta conclusiva foi dada sobre a questão da natureza química das estrias de Caspary. Em alguns trabalhos, as estrias de Caspary tem sido tidas como uma parede primária impregnada de uma mistura de lignina, suberina ou cutina. Trabalhos mais recentes têm demonstrado que a natureza química das estrias é similar àquela das células de paredes lignificadas. As estrias de Caspary surgem simultaneamente com a maturação dos elementos do protoxilema nas raízes em crescimento, e na maturidade é contínuo da raiz principal às laterais.
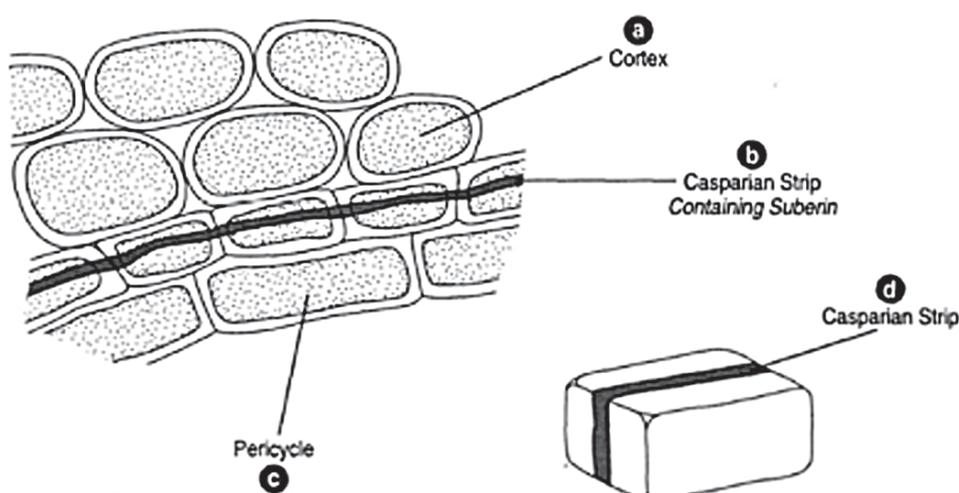
Figura 5 – A endoderme, uma única camada de células, possui as estrias de Caspary (b), que se localiza ao longo das paredes radiais e transversas. As estrias de Caspary são tidas como influentes sobre o fluxo de entrada/saída de água do córtex (a) para o periciclo (c) e vice-versa. (Fonte: Schooley). (1996).

Logo abaixo do xilema primário, células da endoderme não são impregnadas com suberina e a água pode mover-se livremente através da endoderme. Essas células ocorrem de forma isolada ou em grupos em diversos pontos da endoderme. Essas células são chamadas de células de passagem por permitirem a passagem de água e solutos para/de porções mais internas da raiz. As células de passagem apresentam espessamento secundário, mas somente estrias de Caspary.

Plantas parasitas não possuem endoderme porque a seleção do que deve passar para a circulação já foi feita pela endoderme da planta hospedeira.

- Periciclo

O periciclo é composto por uma (uniseriado) ou mais (multiseriado) camadas de células que circundam os tecidos vasculares. Entre as principais funções do periciclo pode ser o tecido a partir do qual surgem as raízes laterais ou ainda, em plantas que apresentam crescimento secundário, contribui com o câmbio vascular oposto ao protoxilema e geralmente dá origem ao câmbio.

Felogênio ou câmbio de casca trata-se de um meristema lateral que forma a periderme. O câmbio vascular nada mais é que uma bainha cilíndrica de células meristemáticas que originam os floema e xilema secundários. Na maioria das raízes lenhosas a formação de periderme (produzida pelo felogênio) é seguida pela formação de floema e xilema (produzidos pelo câmbio vascular), originados a partir da divisão do periciclo. É formado, então, o câmbio da casca, que produz o súber (externo) e a feloderme (interno).

- Sistema Vascular

Está localizado na parte central da raiz – sistema vascular associado com parênquima. É constituído pelos seguintes tecidos:
- Xilema – tecido vascular responsável pelo transporte de água e sais minerais, composto por traqueídes;
- Floema – tecido vascular responsável pelo transporte de seiva elaborada, composto por elementos crivados;
- Medúla – tecido parenquimático que ocupa a porção central da raiz;
- E o periciclo .

Figura 6 – Arranjo de sistema vascular em monocotiledôneas (Fonte: http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema20/index20.htm).

Nas Eudicotiledôneas o xilema primário está localizado na parte central, mais internamente e o floema mais externamente ao xilema. Neste caso a medula está ausente. O periciclo é o tecido que delimita o sistema vascular. Nas Monocotiledôneas o xilema e o floema estão alternados formando cordões. A medula está presente na parte central. O periciclo também delimita o sistema vascular.

O sistema vascular está associado com o parênquima. Os tecidos vasculares são envolvidos pelo periciclo (uni ou multisseriado). As raízes laterais são formadas a partir do periciclo

- Estrutura secundária

O crescimento secundário em raízes, assim como no caule, consiste no desenvolvimento de tecidos secundários, tais como floema e xilema secundários a partir dos câmbios de casca (felogênio) e vascular.

Em geral, as raízes de monocotiledôneas e de eudicotiledôneas herbáceas pouco ou nada exibem de estruturas secundárias, sendo compostas apenas por elementos primários. Enquanto raízes que exibem esse crescimento.

O desenvolvimento dessas estruturas secundárias se dá segundo esquema a seguir:
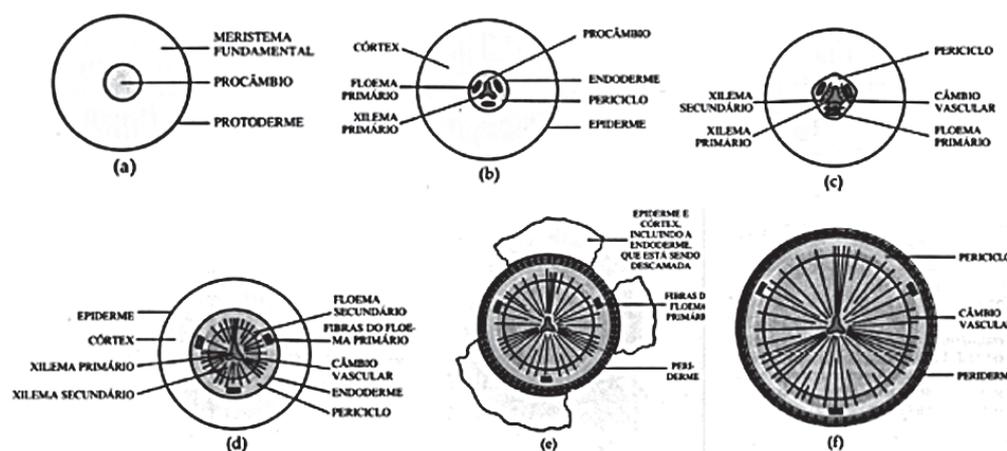
Figura 7 – Desenvolvimento da raiz de uma dicotiledônea lenhosa. (a) Em estágio inicial do desenvolvimento primário; mostrando meristemas primários. (b) Ao completar o crescimento primário, mostrando os tecidos primais mais o procâmbio entre o xilema e o floema primário. (c)Origem do câmbio vascular. Na raiz triarca, representada aqui, a atividade cambial se iniciou em três regiões independentes de procâmbio, entre os cordões de floema primário e xilema primário. As células do periciclo opostas aos três pólos de protoxilema também contribuirão para formar o câmbio vascular recém-formado, de origem procambial. (d) Um pouco de floema e xilema secundários adicionais foram formados, separando posteriormente o floema primário do xilema primário. Uma periderme ainda não foi formada. (e) Em seguida, há a formação do floema e xilema secundários adicionais e de uma periderme. (f) No final do primeiro de desenvolvimento, mostrando o efeito do crescimento secundário – incluindo formação de periderme – no corpo primário da planta.

- Origem do câmbio vascular

Procâmbio - elementos condutores, fibras, parênquimas axial e radial

Periciclo - raios parenquimáticos

- Origem do felogênio (câmbio de casca)

Periciclo
Endoderme

TIPOS ESPECIAIS DE SISTEMAS RADICULARES

SUBTERRÂNEAS

- Raizes tuberosas **–** São raízes intumescidas, especializadas como órgãos de reserva, podendo ser pivotantes (cenoura, beterraba, nabo) ou laterais (dália, batata-doce ou *Chlorophytum* sp.). Apresentam uma proliferação de tecidos que pode ser um simples aumento de células de parênquima de reserva, ou pode estar associada a um crescimento "anômalo" em espessura, devido a presença de faixas cambiais acessórias como acontece em beterraba ou, então, por diferenciação de novos feixes libero-lenhosos em regiões já perfeitamente amadurecidas, onde, em condições normais, não se formariam mais feixes, como em batata-doce.
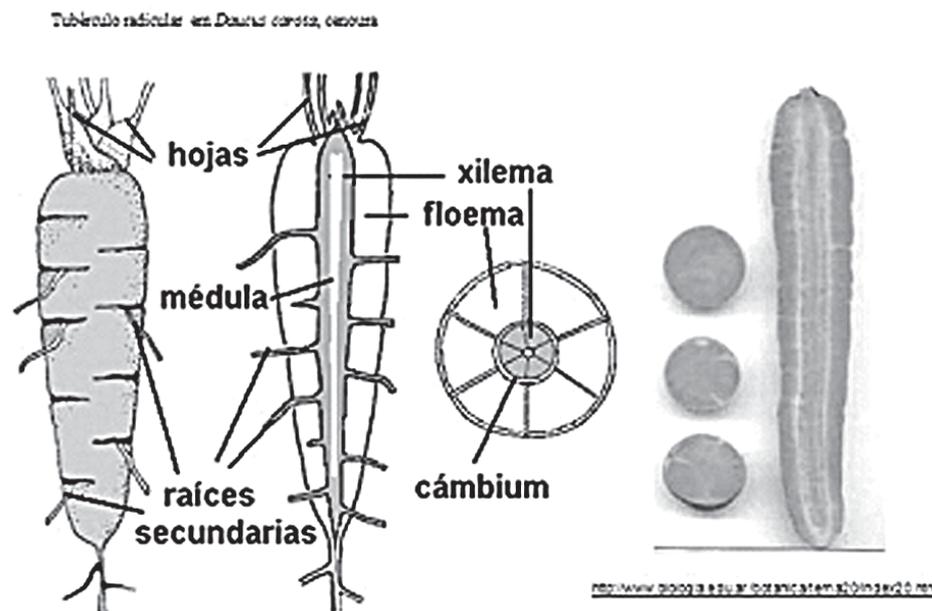
Figura 8 – Raiz tuberosa pivotante da cenoura (*Daucus carota*). (Fonte: http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema20/index20.htm).

AÉREAS

- Raiz suporte **– s**ão raízes que oferecem equilíbrio à planta, seja por esta crescer em solo pantanoso, seja por possuir a planta uma base muito pequena em relação a sua altura (*Pandanus* sp, Pandanaceae; pé-de-milho, *Zea mays,* Gramineae). Uma variação do sistema de raízes suporte constitui as chamadas raízes tabulares, cujos ramos radiculares encontram-se ligados ao caule, como verdadeiras tábuas. Formam-se na base do tronco de algumas árvores de florestas tropicais úmidas, como figueiras (*Ficus*), sumaúma (*Ceiba pentandra*, Bombacaceae), chicha (*Sterculia* spp., Sterculiaceae), árvores de grandes proporções. Além de aumentar a resistência e a sustentação do tronco aumentam a superfície para aeração.

- Raízes escora: São raízes que aparecem em certas espécies de figueiras (*Ficus benjamina*, por exemplo); elas descem de ramos caulinares laterais, alcançam o solo, ramificam-se e começam a absorver água. Por se tratar de uma eudicotiledônea, essas raízes crescem em espessura e com o tempo, tornam-se tão espessas que passam a substituir o caule em sua função, pois elas, além de fixarem a planta no solo e absorverem água, conduzem essa água até a copa e sustentam a copa. Quando já há muitas raízes bem desenvolvidas, o caule pode desaparecer, ficando a copa totalmente escorada em raízes.

- Raízes respiratórias: Tipo de raiz presente em muitas plantas subaquáticas; são esponjosas porque são ricas em aerênquima (parênquima com grandes espaços intercelulares cheios de ar), com função de suprimento de oxigênio para os órgãos submersos.

- Pneumatóforos: podem ser considerados um tipo de raiz respiratória, mas diferem estruturalmente por serem raízes lenhosas que crescem (por geotropismo negativo) verticalmente para fora do solo encharcado onde vive a planta. Ocorrem em espécies dos manguezais (*Avicennia*, Verbenaceae; *Laguncularia*, Combretaceae) e de pântanos (*Taxodium*, Cupressaceae). Por serem solos muitos ricos em micro-organismos, há muita concorrência pelo oxigênio, e os pneumatóforos afloram à superfície em busca do O2. São dotados de pneumatódios, estruturas semelhantes às lenticelas do caule que permitem a dispersão do O2.

- Raízes grampiformes: geralmente em pequenos grupos nos nós e/ou nos internos de caules rastejantes que, encontrando um suporte, podem escalá-lo pela força prênsil destas raízes. Ex: hera (*Hedera helix*, Araliaceae). Ocorrem também em algumas epífitas como *Aechmea* e *Vriesea* (Bromeliaceae), *Philodendron* (Araceae).

- Raízes contráteis: São raízes capazes de contrações periódicas, encontradas principalmente sob bulbos e cormos (adventícias) podendo, no entanto, serem componentes de um sistema axial. As contrações são resultantes da expansão radial das células corticais (até o colapso). Essas

raízes permitem o aprofundamento de cormos, bulbos e rizomas, mantendo suas gemas protegidas de possíveis adversidades, como o fogo, que ocorra na superfície. Em geral as raízes primárias são contráteis, o que permite o aprofundamento de sementes que chegam naturalmente ao solo.

- Raízes sugadoras ou haustórios: Em plantas parasitas, os haustórios penetram no eixo do hospedeiro para dali tirar sua nutrição. O cipó-chumbo (*Cuscuta* spp., Convolvulaceae), planta quase completamente aclorofilada, heterótrofa, é uma holoparasita cujo caule volúvel forma apressórios que se aderem ao hospedeiro. Algumas células do centro do apressório penetram na casca do hospedeiro formando os haustórios que entram e se ramificam até o floema de onde retiram todos os nutrientes que necessitam. Por outro lado, as ervas-de-passarinho (Loranthaceae) têm folhas verdes (são autótrofas) e diferenciam apressórios com haustórios que penetram até o xilema do hospedeiro, do qual dependem apenas para a obtenção de água e sais, tratando-se portanto de hemiparasitas. Como as hemiparasitas são autótrofas, hospedeiro e parasita podem conviver por muitos anos, pois a hospedeira só deve retirar mais água do solo do que necessita.

Figura 9 – Raizes hautórias ou sugadoras de Loranthaceae, uma hemiparasita

AQUÁTICAS

As hidrófitas ou plantas aquáticas vivem tipicamente na água ou em solos inundados. As raízes e rizomas(estrutura caulinar) que estão embaixo da água são bem desenvolvidos. O fator limitante nesse ambiente é a disponibilidade de oxigênio, por isso nessas condições essas estruturas apresentam aerênquima bem desenvolvido.

Várias Onagraceae, como *Ludwigia grandiflora* e *L. peploides,* apresentam grandes caules flutantes, sobre os quais se dispõem as folhas emergentes; em cada nó nascem raízes "*flutuantes*" ou *neumatóforos*, com geotropismo negativo, e raízes com geotropismo positivo, com estrutura diferente.

Figura 10 – Caules e raízes flutuantes de "aguapé".

A totalidade do aparato vegetativo está submerso na água. O sistema radicular reduzido serve só de ancoragem ao solo, pois o broto pode absorver diretamente água, gás carbônico e sais minerais. São freqüentes em água corrente.

Há plantas livres submersas como *Ceratophyllum demersum*, *Utricularia foliosa* e *U. myriocista*, sem raízes, com caules bem desenvolvidos e folhas muito divididas. Outras são flutuantes, algumas como *Pistia stratiotes,* o repolho dágua e *Eichhornia crassipes, o* aguapé, são formas em roseta, com folhas modificadas para flutuação; possuem raízes bem desenvolvidas, com caliptra, mas sem pelos absorventes, que servem principalmente para assegurar o equilíbrio da planta sobre a água. *Salvinia* (uma pteridófita) não possui raízes verdadeiras, no entanto possui em cada nó uma das folhas com limbo muito dividido, exercendo a função de órgão absorvente.

AUSÊNCIA DE RAIZ E EPIFITISMO

Algumas plantas podem não apresentar raízes, como por exemplo, *Selaginella* sp (Sellaginellaceae, pteridófita) na qual um dos folíolos se transforma em órgão de absorção, e quase todos os representantes da família

Bromeliaceae (monocotiledônea). Estas últimas são plantas que tem como forma de vida o epifitismo. Uma epífita é uma planta autótrofa e auto-suficiente, que vive sobre algum substrato, em geral, outra planta. Neste caso, não prejudica sua planta-hospedeira pois dela nada retira (inquilinismo).

Embora o termo epífita esteja consagrado para definir todas as plantas autótrofas e auto-suficientes que vivem sobre algum suporte sem retirar nada desse suporte, literalmente, o termo significa "uma planta que vive sobre outra". Portanto, o termo restringe às epífitas, exclusivamente, outra planta como substrato. No entanto, é comum ver epífitas em fios telegráficos, fios telefônicos, cercas de arame, mourões de cerca e mesmo em pedras, sem deixarem de ter a mesma condição de vida, de realizarem fotossíntese e não retirar nada do substrato.

Nas bromélias epifíticas, freqüentemente o sistema radicular é reduzido a função fixadora (raízes grampiformes) ou as raízes podem estar completamente ausentes (em *Tillandsia usneoides*, a barba-de-velho). Nessas bromélias, a absorção de água e sais é feita através de tricomas especiais da epiderme das folhas e do caule, que são escamas absorventes. Nessas escamas, as células centrais e do pé são vivas, mas as células periféricas são mortas e seu arranjo com paredes desigualmente espessadas possibilitam a capacidade higroscópica.

Principais famílias com espécies epifíticas são Gesneriaceae, Melastomataceae, Cactaceae, Rubiaceae, Asclepiadaceae, Solanaceae, Bromeliaceae e Orchidaceae

CONCLUSÃO

Por serem órgãos subterrâneos em geral, as raízes não são facilmente visíveis. Da mesma forma, não apresentam muitas variações em sua morfologia como o restante dos órgãos vegetativos. Podemos diferenciar de uma forma geral as raízes fasciculadas de Monocotiledôneas e as raízes pivotantes ou axiais de Eudicotiledôneas e Gimnospermas. A maioria das Monocotiledôneas são plantas herbáceas e suas raízes apresentam apenas crescimento vertical e possuem apenas espessamento primário, assim como certas espécies de eudicotiledôneas herbáceas. Por outro lado, como boa parte das Eudicotiledôneas e Gimnospermas são plantas arbóreas, nelas vão ocorrer os dois tipos de crescimento: primário e secundário, pois a planta vai crescer em espessura. De um modo geral, as raízes podem ser caracterizadas como órgãos cilíndricos, sem clorofilas, que não apresentam nós e internós e que não formam folhas ou gemas. A maioria das raízes são estruturas relativamente simples, que mantiveram muitas das características estruturais primitivas, não mais encontradas

nos caules das plantas modernas. Provavelmente isso se deve a maior uniformidade do meio ambiente subterrâneo, em comparação com o ambiente aéreo. Provavelmente pelos motivos apresentados anteriormente, raiz pode fornecer menos caracteres morfológicos para auxiliar na identificação das espécies do que os outros órgãos vegetativos. Os estudos realizados com mais freqüência com a raiz são os anatômicos.

RESUMO

Quando a semente germina, a radícula dá origem à raiz primária. Em Gimnospermas e Eudicotiledôneas, a raiz primária forma o sistema radicular da planta através do alongamento, diferenciação e ramificação, compondo o sistema radicular pivotante ou axial. Nas Monocotiledôneas, a raiz primária geralmente degenera e o sistema radicular desenvolve-se como uma estrutura composta de numerosas raízes que nascem do hipocótilo, região caulinar, acima do local de origem da raiz primária, daí ser este um sistema de raízes adventícias. De um modo geral, as raízes podem ser caracterizadas como órgãos cilíndricos, sem clorofilas, não divididas em nós e internós e que não formam folhas ou gemas. Histologicamente, a raiz pode ser didaticamente dividida em três porções: *epiderme* (rizoderme) *córtex* e *cilindro vascular*. Além desses dos tipos radiculares pivotante e fasciculado, destacam-se os tipos especiais de sistemas raízes divididas em subterrâneas (raízes tuberosas) e aéreas (raiz suporte, raízes escora, raízes respiratórias, pneumatóforos, raízes grampiformes, raízes contráteis, raízes sugadoras ou haustórios). Raízes aquáticas são aquelas que se desenvolvem submersas na água. As raízes e rizomas (uma estrutura caulinar horizontal) que estão embaixo da água são bem desenvolvidos. Algumas plantas podem não apresentar raízes (algumas epífitas), e a absorção da água e dos nutrientes se dá através de outros órgãos.

ATIVIDADES

1. Cite as diferenças na estrutura do caule e da raiz.
2. Qual a diferença das raízes de Monocotiledôneas e de Eudicotiledôneas?
3. Como se dá o aparecimento das raízes laterais?
4. Em plantas aquáticas as raízes geralmente são bem desenvolvidas, No entanto, algumas espécies aquáticas não possuem raízes. Como é feita a absorção de água, gás carbônico e sais minerais nessas plantas?
5. O que são micorrizas e nódulos radiculares?
6. Cite a diferença entre epifitismo e parasitismo?

PRÓXIMA AULA

Iremos estudar a estrutura do corpo vegetal que provê suporte às folhas, flores e frutos: o caule.

REFERÊNCIAS

VIANNA, W. O. ; SOARES, M. K. M. ; APPEZZATO-Da-GLÓRIA, B. 2001.Anatomia da raiz escora de Philodendron Bipinnatifidum Schott (ARACEAE). **Acta bot. bras**. 15(3): p. 313-320.

PITA, P. B.; MENEZES, N. L. 2002. **Anatomia da raiz de espécies de Dyckia Schult**. f. e Encholirium Mart. Ex Schult.; Schult. f. (Bromeliaceae, Pitcairnioideae) da Serra do Cipó (Minas Gerais, Brasil), com especial referência ao velame. **Revista Brasil. Bot**: n.1, v. 25, p. 25-34.

APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELO-GUERREIRO, S.M. 2006. **Anatomia Vegetal**. 2 ed. Viçosa: Editora UFV.

CASTNER, J. L. 2004. **Photographic Atlas of botany and Guide to Plant Identification.** Pittsburg, Kansas. USA: Feline Press.

CHIES, T. T. S.; LONGHI-WAGNER, H. M. 2003.Polimorfismo Morfológico. In: **Genética e Evolução Vegetal** (FREITAS, L. B.; BERED, F. eds)**.** Porto Alegre: Editora UFRGS.

GONÇALVES, E. G.; LORENZI, H. 2007. **Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares**. Nova Odessa: Instituto Plantarum.

MENEZES, N. L. **Morfologia de Plantas Vasculares: Curso Teórico**. São Paulo:

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. 2001.**Biologia vegetal.** 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

SCHOOLEY, J. 1996. **Introduction to Botany**. Delmar Plubishers.

SOUZA, L. A.; ROSA, S. M.; MOSCHETA, I. S.; MOURÃO, K. S. M.; RODELLA, R. A.; ROCHA, D. C.; LOLIS, M. I. G. A. 2005. **Morfologia e Anatomia Vegetal: técnicas e práticas.** Ponta Grossa: UEPG.

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R.; ALMEIDA, E. C.; OKANO, R. M. C.; VIEIRA, M.F. 2000. **Taxonomia de Angiosperma: Curso Prático.** Viçosa: Editora UFV.